

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/085892 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01R 33/07**,  
G01B 7/30

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/000176

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Januar 2005 (11.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102004010613.4 2. März 2004 (02.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **AUSTRIAMICROSYSTEMS AG** [AT/AT]; Schloss  
Premstätten, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ROSSMANN,  
Siegfried** [AT/AT]; West 6, A-9125 Kuehnsdorf (AT).  
**STEELE, Colin** [GB/AT]; Bahnhofstrasse 25, A-8561  
Söding (AT).

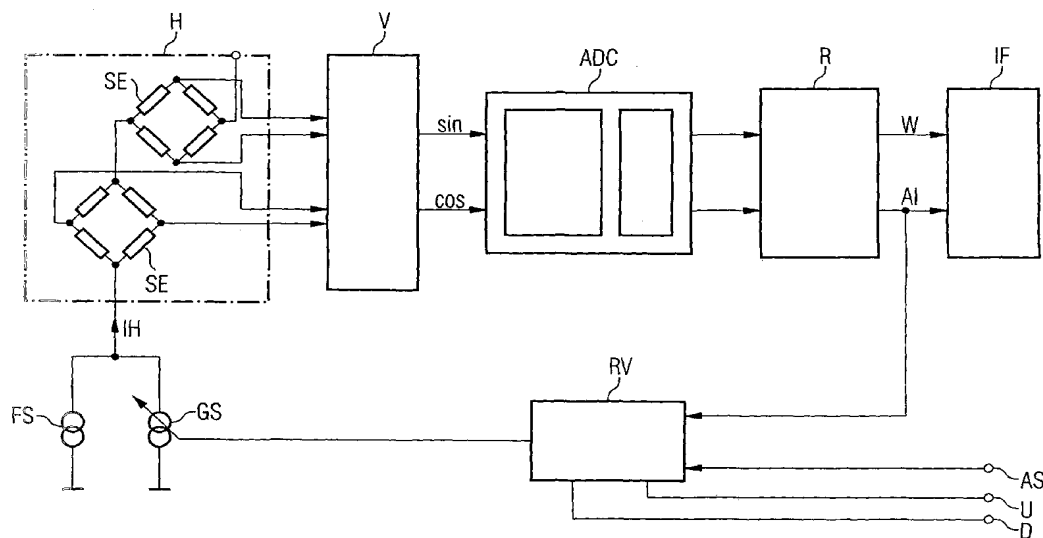
(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-  
WALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstr. 55, 80339  
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MAGNETIC FIELD SENSOR AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: MAGNETFELDSENSOR UND VERFAHREN ZU SEINEM BETRIEB



(57) Abstract: Disclosed is a magnetic field sensor with a sensor arrangement (H) which is fed by a supply device (IH) and which produces a sensor signal, provided with an evaluation device (ADC, R) which receives the sensor signal and which emits a first output signal (AI), also comprising a feedback device (RV) which receives the first output signal and which controls the supply device. Adjustment of the control circuit which is closed by the feedback device improves the noise behavior of the magnetic field sensor. The method describes the operation of the magnetic field sensor.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Magnetfeldsensor Magnetfeldsensor mit einer Sensoranordnung (H) vorgeschlagen, die von einer Versorgungseinrichtung (IH) versorgt wird und ein Sensorsignal erzeugt, mit einer Auswerteeinrichtung (ADC, R), der das Sensorsignal zugeführt wird und

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/085892 A1



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

die ein erstes Ausgangssignal (AI) abgibt, und mit einer Rückkopplungseinrichtung (RV), der das erste Ausgangssignal zugeführt ist und die die Versorgungseinrichtung steuert. Die Regelung des mit der Rückkopplungseinrichtung geschlossenen Regelkreises verbessert das Rauschverhalten des Magnetfeldsensors. Das Verfahren beschreibt den Betrieb des Magnetfeldsensors.

## Beschreibung

### Magnetfeldsensor und Verfahren zu seinem Betrieb

Die Erfindung betrifft einen Magnetfeldsensor mit einer Sensoranordnung, die von einer Versorgungseinrichtung versorgt wird und ein Sensorsignal erzeugt, und mit einer Auswerteeinrichtung, der das Sensorsignal zugeführt wird und die ein Ausgangssignal abgibt. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Betrieb des Magnetfeldsensors.

Ein solcher, aus der EP 0525235 B1 bekannter Magnetfeldsensor weist eine Selbstkompensation auf, bei der durch eine thermische und technologische Kopplung eines Hallelementes und seiner Versorgungseinrichtungen individuelle Abgleichmaßnahmen des Magnetfeldsensors unnötig werden. Dazu sind die entsprechenden Elemente in einer integrierten Schaltung gemeinsam ausgeführt.

Ein weiterer Magnetfeldsensor der genannten Art ist aus der DE 4431703 A1 bekannt. Dort wird ein Magnetfeldsensor vorgeschlagen, der neben einer Kompensation des Offsets des Hallelements den Offset der nachgeschalteten Auswerteeinrichtung mitberücksichtigt und somit eine größere Genauigkeit ermöglicht.

Hallelemente sind typische Sensorelemente, mit denen ein Magnetfeldsensor aufgebaut werden kann und die meistens in einem Array bzw. einer Hallelementanordnung zusammenwirken. Ein Hallelement gibt im Magnetfeld als Hallsignal ein Spannungssignal ab, wenn es von einem Strom senkrecht zum Magnetfeld durchflossen wird. Das Hallsignal, d.h. die Hallspannung, ist abhängig von dem Produkt aus der vertikalen

Komponente der magnetischen Flussdichte, dem Hallstrom und der Hallkonstanten. Die Hallkonstante, die die Sensitivität des Hallelements angibt, ist materialabhängig.

Im praktischen Betrieb überlagert sich dem Nutzsignal der Hallspannung aus Hallkonstante des Baulements, der vertikalen Komponente der magnetischen Flussdichte und dem Hallstrom eine Rauschspannung, die sich aus Rauschkomponenten des Hallelementes und der nachfolgenden Auswerteeinrichtung zusammensetzt. Derartige Rauschkomponenten können durch eine Temperatur- und Materialabhängigkeit gegeben sein.

Weitere Komponenten des Rauschsignals können aus der konkreten Anwendung entstehen. So gibt die EP 0916074 B1 einen magnetischen Drehsensor an, bei dem ein auf einer Achse montierter Magnet über einem Hallelementarray angeordnet ist. Die Hallelementanordnung selbst besteht aus einer Anzahl von einzelnen Sensorelementen, die in einer bestimmten geometrischen Anordnung zueinander stehen. Die dem Hallelementarray nachgeschaltete Auswerteeinrichtung ermittelt aus dem Hallsignal des Hallelementes den Drehwinkel der Achse. Unterschiedliche Temperaturgänge des Magneten sowie des Hallelementes sowie unterschiedliche Abstände zwischen diesen beiden Elementen beeinflussen insbesondere das Nutzsignal. Dadurch wird der Abstand zwischen Nutzsignal und Rauschsignal verändert.

Wird das Hallsignal für Zwecke einer digitalen Weiterverarbeitung digitalisiert, so kann aufgrund der Änderungen der Nutzsignalamplitude des Hallsignals der Dynamikbereich des Analog-Digital-Wandlers, der die Digitalisierung ausführt, nicht voll ausgeschöpft werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Magnetfeldsensor und ein Verfahren zu seinem Betrieb anzugeben, mit denen sich ein besseres Verhalten des Magnetfeldsensors ergibt.

Diese Aufgabe wird durch einen Magnetsensor und durch ein Verfahren zu seinem Betrieb gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, das Sensorsignal bzw. das Ausgangssignal der Auswerteeinrichtung des Magnetfeldsensors aufzubereiten und mit Hilfe einer Rückkopplungseinrichtung ein Steuersignal zu erzeugen, mit dem die Größe des Versorgungsstroms oder der Versorgungsspannung verändert werden kann. Dazu wird bevorzugt die Amplitude des Sensorsignals ermittelt und der Versorgungsstroms oder die Versorgungsspannung der Sensoranordnung in einem geschlossenen Regelkreis so eingestellt, dass die Amplitude des Sensorsignals konstant bleibt.

Es ist besonders vorteilhaft, dass mit einem derartigen Magnetfeldsensor und mit dem Verfahren zu seinem Betrieb ein Ausgangssignal des Magnetfeldsensors erzeugt werden kann, das ein optimiertes Signal-zu-Rausch-Verhältnis aufweist.

Es ist weiterhin vorteilhaft, dass der bei einer digitalen Weiterverarbeitung des Sensorsignals notwendige Analog-Digital-Wandler (ADC) eine geringere Bitbreite aufweisen kann als ohne die Regelung notwendig wäre. Damit kann der ADC einfacher und kostengünstiger aufgebaut sein.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn das Ausgangssignal der Auswerteeinrichtung der Amplitude des Sensorsignals entspricht und diese durch einen Vergleich mit einem Amplitudensollwert ermittelt wird. Der Versorgungsstroms oder die Versorgungsspannung wird dann mit der Verstärkungseinrichtung so eingestellt, dass die Amplitude des Sensorsignals konstant bleibt.

Bei einer Ausführung des Magnetfeldsensors mit Hallelementen werden die einzelnen Elemente der Hallelementanordnung bevorzugt so angeordnet werden, dass sie zwei um  $90^\circ$  phasenverschobene Messsignale erzeugen, insbesondere werden die Hallelemente um  $90^\circ$  gegeneinander versetzt angeordnet. Bei einem Drehwinkelsensor kann dann die Amplitude des Hallsignals in einfacher Weise ermittelt werden. Bei einem sinusförmigen Verlauf der beiden phasenverschobenen Messsignale lässt sich die Amplitude durch eine Quadrierung jedes Messsignals und anschließende Addition der quadrierten Signale erzeugen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Messsignale der Sensoranordnung digitalisiert und in einer Recheneinrichtung weiterverarbeitet werden. Die Recheneinrichtung erzeugt einerseits das gewünschte Ausgangssignal, beispielsweise den Drehwinkel, und andererseits die Amplitudeninformation für das Sensorsignal.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Rückkopplungseinrichtung einen Komparator enthält, der das Amplitudensignal des Magnetfeldsensors mit einem Referenzwert vergleicht, dass dem Komparator ein Zähler nachgeschaltet ist, der abhängig vom Ausgangssignal des Komparators aufwärts oder abwärts zählt

und dass der Wert des Zählers mit einem Digital-Analog-Wandler (DAC) in ein Steuersignal für den Versorgungsstrom oder die Versorgungsspannung umgewandelt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass sich der Versorgungsstrom oder die Versorgungsspannung aus einer Gleichkomponente und einer steuerbaren Komponente, z.B. aus einem Gleichstrom einer Konstantstromquelle und dem Strom einer gesteuerten Stromquelle zusammensetzt, wobei die gesteuerte Komponente von der Rückkopplungs- bzw. Verstärkungseinrichtung gesteuert wird. Auf diese Weise ist die Funktion des Magnetfeldsensors sichergestellt, wenn die gesteuerte Komponente nicht angesteuert wird.

In weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuersignale für den im Rückkopplungszweig vorgesehenen Zähler als Statusinformation verwendet und aufbereitet werden. Auf diese Weise lässt sich der Status der Regeleinrichtung, insbesondere die Erhöhung oder Verminderung der Steuerinformation der gesteuerten Komponente und damit der Amplitude des Sensorsignals oder ein Überlauf des Zählers und damit ein Verlassen des Regelbereichs des Magnetfeldsensors feststellen. Weiterhin kann mit einer derartigen Statusinformation eine dynamische Erkennung einer „Push-Button“-Funktion unabhängig vom Absolutwert verwendet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und dazugehörigen Figuren der Zeichnung näher erläutert. Die Figuren dienen allein der Veranschaulichung der Erfindung und sind daher nur schematisch und nicht maßstabsgetreu ausgeführt. Gleiche oder

gleichwirkende Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen

Figur 1 einen schematischen Aufbau eines Magnetfeldsensors mit einer Hallelementanordnung,

Figur 2 eine detailliertere schematische Darstellung der Verstärkungseinrichtung und

Figur 3 eine schematische Anordnung eines Drehfeldsensors.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Magnetfeldsensors mit Hallelementanordnung beschrieben. Gemäß Figur 1 ist ein Magnetfeldsensor H, insbesondere eine Hallelementanordnung, vorgesehen, der vorzugsweise aus mehreren Sensorelementen SE besteht. Bevorzugt sind jeweils vier Sensorelemente zu einer Sensoranordnung zusammengefasst.

Die Hallelemente des Sensors H werden einzeln von einer Versorgungseinrichtung versorgt bzw. im Ausführungsbeispiel von einer Stromquelle gespeist, die eine Fixstromquelle FS und eine gesteuerte Stromquelle GS enthält. Die Fixstromquelle FS erzeugt mit einer nicht näher dargestellten Spannungs- und Stromversorgungseinrichtung des Magnetfeldsensors einen fixen Betriebsstrom für die Hallelemente des Magnetfeldsensors H. Die gesteuerte Stromquelle GS erzeugt den von dem Rückkopplungsweig bestimmten gesteuerten Strom. Beide Teilströme bilden den Hallstrom IH.

Die beiden Hall-Sensoranordnungen sind so ausgerichtet, dass die von ihnen erzeugten Messsignale um 90° gegeneinander phasenverschoben sind. Wenn bei einer bevorzugten



Ausführungsform der Magnetfeldsensor ein Drehsensor ist, hat das erste Messsignal sinusförmigen Verlauf, während das zweite Messsignal cosinusförmigen Verlauf hat. Nach einer Vorverstärkung im Vorverstärker V gelangen beide Messsignale zum Analog-Digital-Wandler ADC. Dieser führt die Analog-Digital-Wandlung durch, beispielsweise mit Hilfe eines Sigma-Delta-Modulators, so dass nach einer gegebenenfalls noch vorgesehenen digitalen Filterung am Ausgang des ADC ein digitalisiertes Sinus- und ein digitalisiertes Cosinus-Signal verfügbar sind. Beide Signale werden anschließend in der Recheneinrichtung R verknüpft und verarbeitet.

Die Recheneinrichtung R führt mit den digitalisierten Signalen einen Algorithmus aus, so dass am Ausgang der Recheneinrichtung das oder die gewünschten Ausgangssignale bereit stehen. Im Beispiel eines Drehfeldsensors steht so der Winkel W zur Verfügung und wird an ein Interface IF eingespeist, das die Signalausgabe an externe Anschlüsse vorsieht oder eine weitere Verarbeitung des digitalen Winkelsignals W durchführt.

Als anderes Ausgangssignal der Recheneinrichtung steht die Istwert-Amplitude AI des Hallsignals aus den beiden Messsignalen zur Verfügung. Die Recheneinrichtung R führt dazu die mathematische Beziehung

$$\sin^2 W + \cos^2 W = 1$$

aus.

Die Recheneinrichtung R ist üblicherweise als digitaler Signalprozessor (DSP) ausgebildet. Im Fall eines Drehfeldsensors wird dieser auch als CORDIC (Cordinate

Rotational Digital Computer) bezeichnet. Ein möglicher Algorithmus ist in der „IEEE Transactions on Circuits and Systems - II: Analog and Digital Signal Processing“, Vol. 48, No. 6, June 2001, PP 548 bis 561 beschrieben.

Selbstverständlich kann ein derartiger CORDIC auch andere Algorithmen ausführen. Ebenso ist bei einer anderen vom Magnetfeldsensor zu erfassenden Messgröße mit dem digitalen Prozessor die Ausführung eines anderen Algorithmus im DSP möglich.

Die Istwert-Amplitude AI des Hallsignals wird nun in einer Rückkopplungsschleife einer Rückkopplungseinrichtung RV zugeführt, die an ihrem Ausgang ein Steuersignal zur Steuerung der gesteuerten Stromquelle GS abgibt. Die Rückkopplungseinrichtung ist in Figur 1 eine Verstärkungseinrichtung und kann auch als AGC (Automatic Gain Control) bezeichnet werden. An einem zweiten Eingang ist der Rückkopplungseinrichtung RV ein Sollsignal AS für die Amplitude des Hallsignals zugeführt.

Gemäß Figur 2, die Einzelheiten des Aufbaus der Rückkopplungs- bzw. Verstärkungseinrichtung RV darstellt, enthält die Verstärkungseinrichtung einen digitalen Komparator K, einen Zähler Z und einen Digital-Analog-Wandler DAC. Dem digitalen Komparator werden der Istwerte der Amplitude AI und die Sollwerte der Amplitude AS des Hallsignals zugeführt. Der Sollwert AS entspricht bevorzugt einer optimalen Amplitude am Eingang des ADC.

Der digitale Komparator K erzeugt aus seinen beiden Eingangssignalen AI und AS ein Ausgangssignal, das einem Zähler Z zugeführt wird. Der Zähler Z ist als Aufwärts-/Abwärts-Zähler ausgebildet. Der Wert des Zählers ergibt sich

beispielsweise durch Zählen einer Taktfrequenz. Im Beispiel der Figur 2 sind zwei Ausgangssignale U und D des Komparators K an gleichnamigen Anschlüssen vorgesehen, von denen Ausgang U aktiviert wird, wenn der Zähler Z aufwärts zählen soll, während der Ausgang D aktiviert wird, wenn der Zähler Z abwärts zählen soll.

Ausgangsseitig wird der Zählerwert dem Digital-/Analog-Wandler DAC zugeführt, der den Zählerwert in ein analoges Signal umsetzt, das wiederum die nicht näher dargestellte gesteuerte Stromquelle GS steuert. Die gesteuerte Stromquelle kann im übrigen in aus dem Stand der Technik bekannter Weise ausgeführt sein.

Der Ausgang des digitalen Komparators K ist parallel zum Zähler separat an den Klemmen U und D herausgeführt. Die Steuersignale U und D für den Zähler Z können als Statusinformation für den Magnetfeldsensor verwendet werden. So wird beispielsweise bei einer Änderung des Abstandes zwischen dem Magneten und dem Hallsensor eine Nachregelung des Hallstroms mit Hilfe des beschriebenen Regelkreises notwendig. Die Regelung des mit der Rückkopplungseinrichtung RV geschlossenen Regelkreises verbessert das Rauschverhalten des Magnetfeldsensors.

Mit Hilfe der als Statusinformation verwendeten Steuersignale für den Zähler kann dieses Nachregeln des Regelkreises angezeigt werden, weil ein Signal U für das Aufwärtszählen und das andere Signal D für das Abwärtszählen kennzeichnend ist. Somit kann auf einfache Weise extern festgestellt werden, ob sich der Abstand zwischen Magnet und Hallelement verändert hat und in welcher Richtung er sich verändert hat. Außerdem ist es möglich durch eine Aktivierung beider Signale

U bzw. D einen Zählerüberlauf über den oberen zulässigen Wert oder nach unten unter den unteren zulässigen Wert anzuzeigen, was einem Verlassen des Regelbereichs der Verstärkungseinrichtung entspricht. Auf diese Weise können Fehler einfach festgestellt werden.

Aufgrund der Steuerung der Amplitude des Hallsignals können die Elemente des Magnetfeldsensors optimal an die gegebenen Einsatzbedingungen angepasst werden. So ist es möglich, die Bitbreite des ADC um ein oder gar zwei Bit gegenüber einer nicht geregelten Ausführungsform zu reduzieren. Dadurch können diese Elemente weniger aufwendig und damit kostengünstiger realisiert werden.

Figur 3 schließlich zeigt zur Veranschaulichung die aus der EP 0916074 B1 bekannte Drehsensoranordnung. Auf einer Drehachse DA ist ein Magnet über einem Hallelement H mit nachfolgender Auswerteschaltung angebracht. Die Erfindung ermöglicht nun eine verbesserte Messung und Auswertung, die gegenüber Abstandsänderungen zwischen Magnet und Hallelementanordnung ein weitgehend unabhängiges Signal-Rausch-Verhältnis hat. Grundsätzlich können auch Signaländerungen, die auf einem aus der Vertikalen verkippten Hallelement-Magnet-Verhältnis oder einer nicht zentrischen Hallelement-Magnet-Beziehung beruhen, zumindest teilweise kompensiert werden und so ein besseres Nutzsignal ermöglichen.

Es ist zu erwähnen, dass die Erfindung nicht auf Hallanordnungen beschränkt ist, sondern dass der Gedanke der geregelten Sensoranordnung auch mit anderen Sensoren realisiert werden kann, die auf anderen physikalischen Prinzipien beruhen.

## Patentansprüche

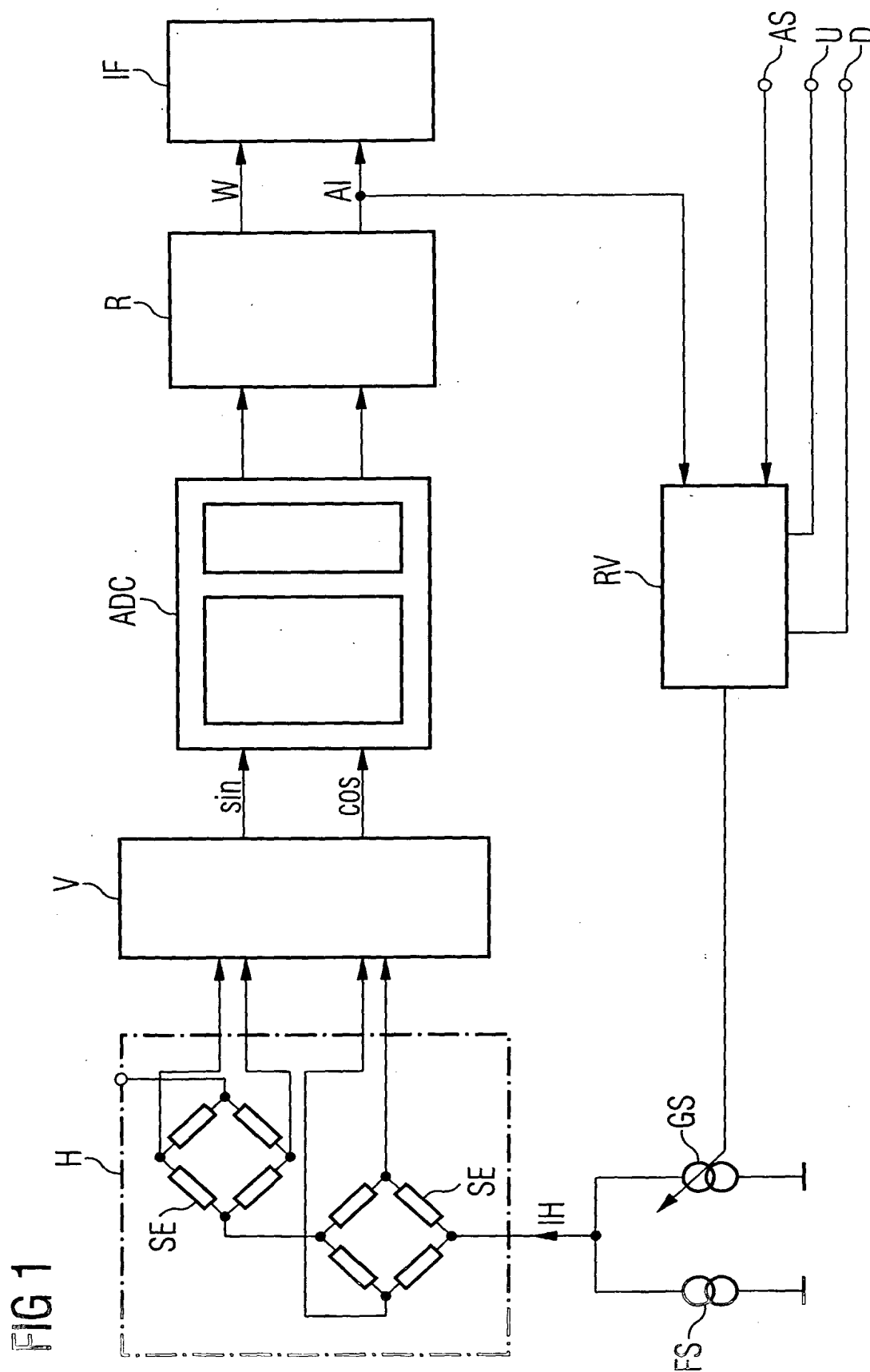
1. Magnetfeldsensor mit einer Sensoranordnung (H), die von einer Versorgungseinrichtung (IH) versorgt wird und ein Sensorsignal erzeugt, mit einer Auswerteeinrichtung (ADC, R), der das Sensorsignal zugeführt wird und die ein erstes Ausgangssignal (AI) abgibt, und mit einer Rückkopplungseinrichtung (RV), der das erste Ausgangssignal zugeführt ist und die die Versorgungseinrichtung steuert.
2. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoranordnung eine Hallelementanordnung (H) enthält, die von einem Hallstrom (IH) gespeist wird und als Sensorsignal ein Hallsignal erzeugt, und mit einer als Verstärkungseinrichtung (RV) ausgeführten Rückkopplungseinrichtung, der das erste Ausgangssignal zugeführt ist und die den Hallstrom steuert.
3. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Ausgangssignal der Istwert-Amplitude (AI) des Sensorsignals entspricht und die Rückkopplungseinrichtung (RV) mit Hilfe einer vorgegebenen Sollwert-Amplitude (AS) die Versorgungseinrichtung so einstellt, dass die Amplitude des Sensorsignals konstant bleibt.
4. Magnetfeldsensor nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hallelementanordnung ein magnetisches Drehfeld erfasst und ein zweites Ausgangssignal (W) der Auswerteeinrichtung dem ermittelten Drehwinkel entspricht.

5. Magnetfeldsensor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Hallsignal der Hallelementanordnung ein erstes Messsignal ( $\sin W$ ) und ein zweites Messsignal ( $\cos W$ ) enthält, das um  $90^\circ$  phasenverschoben gegenüber dem ersten Messsignal ist.
6. Magnetfeldsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung einen Analog-Digital-Wandler (ADC), der das Sensorsignal digitalisiert, enthält und eine nachgeschaltete Recheneinrichtung (R), die das erste und/oder das zweite Ausgangssignal (AI, W) erzeugt.
7. Magnetfeldsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückkopplungseinrichtung einen Komparator enthält (K), der das erste Ausgangssignal (AI) mit einem Referenzwert (AS) vergleicht, dass dem Komparator ein Zähler (Z) nachgeschaltet ist, dem das Ausgangssignal des Komparators zugeführt ist, und dass dem Zähler ein Digital-Analog-Wandler (DAC) nachgeschaltet ist, der das Ausgangssignal des Zählers in ein Steuersignal für die Versorgungseinrichtung umwandelt.
8. Verfahren zum Betrieb eines Magnetfeldsensors, insbesondere eines Magnetfeldsensors nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem eine Versorgungseinrichtung (IH) ein Sensorelement des Magnetfeldsensors versorgt und das Sensorelement ein Sensorsignal erzeugt, das mit einer Auswerteeinrichtung (ADC, R) zu einem ersten Ausgangssignal (AI) aufbereitet und einer Rückkopplungseinrichtung (RV) zugeführt wird, die ausgangsseitig die Versorgungseinrichtung steuert.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem ersten Ausgangssignal die Istwert-Amplitude (AI) des Sensorsignals abgeleitet wird und die Rückkopplungseinrichtung (RV) mit Hilfe einer vorgegebenen Sollwert-Amplitude (AS) die Versorgungseinrichtung so einstellt, dass die Istwert-Amplitude des Sensorsignals konstant bleibt.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Sensorelement ein magnetisches Drehfeld erfasst wird und mit der Auswerteeinrichtung ein zweites Ausgangssignal (W) erzeugt wird, das dem Drehwinkel entspricht.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein als Hallelementanordnung ausgeführtes Sensorelement so angeordnet ist, dass das Hallsignal ein erstes Messsignal ( $\sin W$ ) und ein zweites Messsignal ( $\cos W$ ) enthält, das um  $90^\circ$  phasenverschoben gegenüber dem ersten Messsignal ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung das Sensorsignal mit einem Analog-Digital-Wandler (ADC) digitalisiert, und eine der Auswerteeinrichtung nachgeschaltete Recheneinrichtung (R) das erste und/oder das zweite Ausgangssignal (AI, W) erzeugt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Ausgangssignal (AI) in einem Komparator mit einem Referenzwert (AS) verglichen wird, dass ein dem Komparator nachgeschalteter Zähler (Z) einen Zählwert aus dem Ausgangssignal des Komparators

ableitet und ein Digital-Analog-Wandler (DAC) das Ausgangssignal des Zählers in ein Steuersignal für die Versorgungseinrichtung umwandelt.





2/2

FIG 2

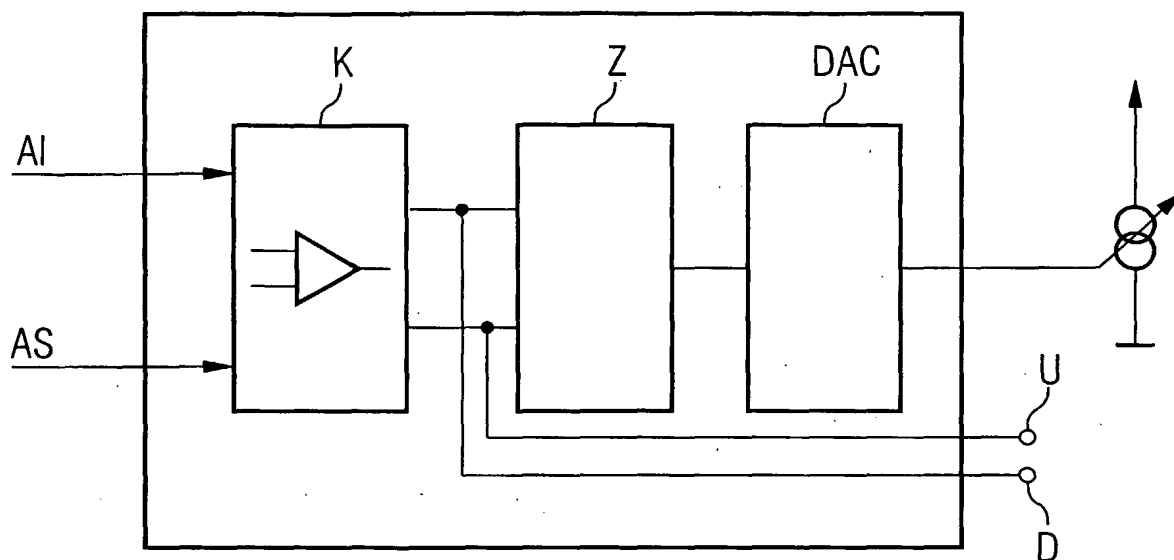
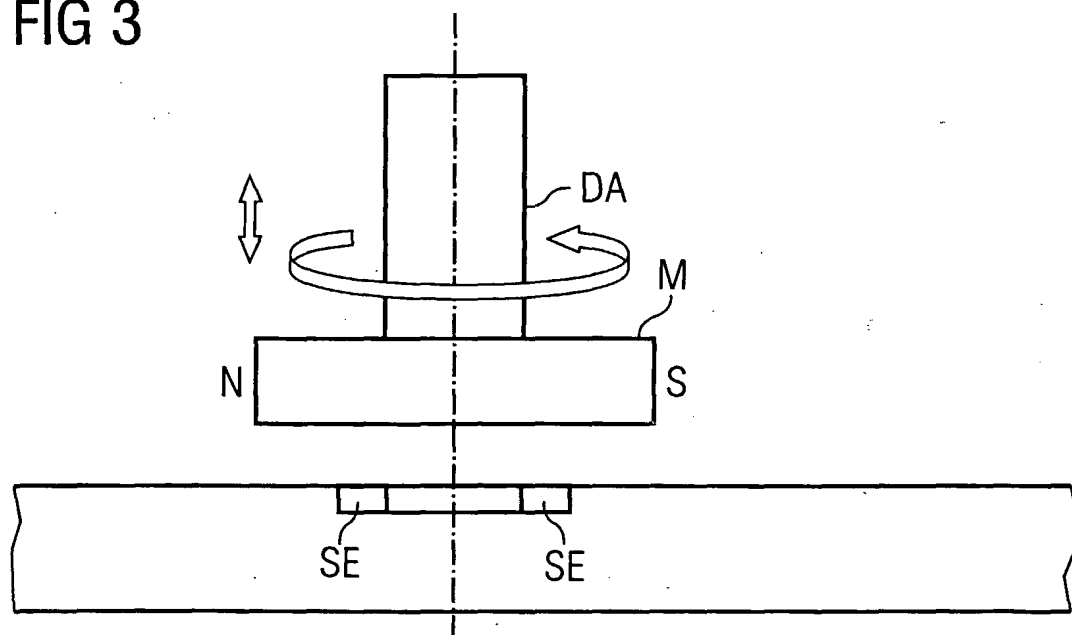


FIG 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/EP2005/000176

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 G01R33/07 G01B7/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 G01R G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 477 135 A (BAKER ET AL) 19 December 1995 (1995-12-19) column 4, line 30 - line 45 column 5, line 15 - line 20 column 6, line 22 - line 61	1-3, 6-9, 12, 13
Y		4, 5, 10, 11
Y	DE 44 22 868 A1 (DEUTSCHE ITT INDUSTRIES GMBH, 79108 FREIBURG, DE) 11 January 1996 (1996-01-11) page 1, line 15 - line 31	4, 5, 10, 11
A	US 5 426 364 A (YI ET AL) 20 June 1995 (1995-06-20) column 2, line 32 - line 61	1, 8
A	DE 101 54 498 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 22 May 2003 (2003-05-22)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 May 2005

Date of mailing of the international search report

19/05/2005

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Swartjes, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2005/000176

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5477135	A	19-12-1995	US 5493211 A JP 3062861 B2 JP 7043390 A	20-02-1996 12-07-2000 14-02-1995
DE 4422868	A1	11-01-1996	NONE	
US 5426364	A	20-06-1995	CN 1082200 A	16-02-1994
DE 10154498	A1	22-05-2003	NONE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000176A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01R33/07 G01B7/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01R G01B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 477 135 A (BAKER ET AL) 19. Dezember 1995 (1995-12-19) Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 45 Spalte 5, Zeile 15 - Zeile 20 Spalte 6, Zeile 22 - Zeile 61	1-3, 6-9, 12, 13
Y		4, 5, 10, 11
Y	DE 44 22 868 A1 (DEUTSCHE ITT INDUSTRIES GMBH, 79108 FREIBURG, DE) 11. Januar 1996 (1996-01-11) Seite 1, Zeile 15 - Zeile 31	4, 5, 10, 11
A	US 5 426 364 A (YI ET AL) 20. Juni 1995 (1995-06-20) Spalte 2, Zeile 32 - Zeile 61	1, 8
A	DE 101 54 498 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 22. Mai 2003 (2003-05-22)	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Mai 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Swartjes, H

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000176

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5477135	A	19-12-1995	US	5493211 A	20-02-1996
			JP	3062861 B2	12-07-2000
			JP	7043390 A	14-02-1995
DE 4422868	A1	11-01-1996	KEINE		
US 5426364	A	20-06-1995	CN	1082200 A	16-02-1994
DE 10154498	A1	22-05-2003	KEINE		